

**[Title of the Invention] TIG welding method of stainless steel**

**[Abstract]**

**[Purpose]** To present TIG welding method capable of suppressing abnormal consumption of tungsten electrode and obtaining deep weld penetration even in material of high purity.

**[Constitution]** Using a gas nozzle of TIG welding torch of caliber size of 4 to 7 mm $\phi$  in diameter, welding is conducted at flow rate of 30 L/m or more of welding shielding gas of inert gas such as helium or argon mixed with oxygen by 400 to 1500 ppm by volume.

**[Claim]**

1. A TIG welding method of stainless steel characterized by using a gas nozzle of TIG welding torch of caliber size of 4 to 7 mm $\phi$  in diameter, welding at flow rate of 30 L/m or more of welding shielding gas of inert gas such as helium or argon mixed with oxygen by 400 to 1500 ppm by volume.

**[Detailed Description of the Invention]**

**[Technical Field]**

The present invention relates to TIG welding method of welding stainless steel.

**[Background Art]**

TIG welding is a welding method of melting base metal by arc heat while shielding with inert gas such as helium or argon, by using tungsten electrode, and generally the penetration of welding is said to be better when the characteristic value  $D/W$  is greater as the ratio of welding bead width  $W$  of weld zone surface and the depth  $D$  of weld penetration.

When melting iron or steel material, its mode of penetration is known to vary with the composition of the material. For example, according to the article entitled "Mode of penetration of solid iron sample by plasma heating" by Mr. Mukai et al. in

BEST AVAILABLE COPY

**Journal of Japan Society of Metallurgy Vol. 55, No. 1 (pp. 36-43, 1991), the mode of penetration varies with the impurity contents of sulfur and oxygen in the material. That is, from the boundary of 50 ppm in sulfur content and 70 ppm in oxygen amount, the direction of flow of molten material changes from the outward flow in Fig. 3 to the inward flow in Fig. 4, and as the mode of penetration, the performance of penetration is better when these impurities are higher in content.**

**As for selection of material, on the other hand, the material is often selected only on the basis of high purity of metal lowered in impurities so as to obtain desired material characteristic. Therefore, when welding a material of lower contents of impurities in the material composition, the conventional TIG welding has its limit in penetration as shown in Fig. 3.**

**[Problem to Be Solved by the Invention]**

**Accordingly, to improve weld penetration, a method of adding oxygen to the welding shielding gas may be considered. Generally, as a welding method of mixing oxygen in welding shielding gas, traditionally, a semiautomatic welding method using CO<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> mixed gas has been known. This welding method is a consumable electrode method of melting the electrode, which is basically different from the TIG welding of non-consumable electrode method. Besides, when oxygen is mixed into the shielding gas of TIG welding, since oxygen is an active gas, the tungsten electrode may be consumed abnormally. If too much oxygen is mixed, the weld zone may be oxidized, and the quality may be spoiled.**

**In the light of the background mentioned above, it is an object of the invention to present a TIG welding method capable of obtaining a deep penetration of welding even in a material of high purity while suppressing abnormal consumption of tungsten electrode.**

**[Means for Solving Problems]**

**The invention is characterized by using a gas nozzle of TIG welding torch of caliber size of 4 to 7 mmφ in diameter, welding at flow rate of 30 L/m or more of welding shielding gas of inert gas such as helium or argon mixed with oxygen by 400 to 1500 ppm**

by volume.

**[Operation]**

penetration of welding is improved by the oxygen mixed in the welding shielding gas, and the tungsten electrode is cooled quickly by the shielding gas at high flow velocity, so that consumption of electrode is decreased.

**[Embodiments]**

In high purity material, if the oxygen and sulfur contents in the material are less than about 50 ppm each, penetration of welding in TIG welding is generally poor. To improve the penetration, a trace amount of oxygen was mixed in inert gas used in TIG welding, and the penetration of welding was tested. As a result, in stainless steel material, penetration was improved by mixing 400 to 1500 ppm of oxygen in welding shielding gas. If the oxygen is mixed by more than 1000 ppm, the penetration improving effect tends to be saturated, and if oxygen is mixed more than necessary, the oxygen amount in the weld metal is increased. It is hence appropriate to limit the amount of oxygen in the welding shielding gas in a range of 400 to 1500 ppm from the viewpoint of improving the penetration of welding.

On the other hand, in ordinary TIG welding, in the case of welding at welding current of 100 A, for example, it is general to define the gas nozzle caliber at 9 to 11 mm in diameter, and the flow rate of supply of welding shielding gas at 5 to 10 L/m. By using the shielding gas with trace amount of oxygen of 400 to 1500 ppm, when welded in such condition of gas nozzle caliber and flow rate of welding gas, the tungsten electrode is abnormally consumed due to effects of oxygen, and it is far from practical.

To prevent abnormal consumption of tungsten electrode and improve to a practical level, it has been found effective to reduce the gas nozzle caliber to 4 to 7 mm $\phi$  in diameter at the flow rate of welding shielding as or 30 L/m or more. That is, by thus reducing the gas nozzle caliber, the shielding gas is enhanced in flow rate, and the tungsten electrode is cooled quickly, so that consumption is substantially suppressed.

Fig. 1 is a block diagram of TIG welding apparatus, in which inert gas and

oxygen gas are supplied from inert gas cylinder 1 and oxygen cylinder 2 into a gas mixing tube 5 by way of inert gas and oxygen as flow meters 3a, 3b and flow throttle valves 4a, 4b, respectively, and oxygen and inert gas are mixed at specified rate. The mixed as mixed in the gas mixing tube 5 is supplied from a gas nozzle 7 of a welding torch 6 toward a welding base metal 8. Reference numeral 9 is a TIG welding power supply, and 10 is a tungsten electrode.

**Fig. 2 shows results of welding of SUS316 stainless steel by this apparatus.**

**Fig. 2 (a) is a photograph by conventional welding method, showing metal structure of section of weld zone of sample welded in the condition of inert gas flow rate of 7.5 L/min and gas nozzle caliber of 11 mm in diameter. In the mode of penetration of welding shown here, the welding beam is relatively wide and depth of penetration is not enough.**

**Fig. 2 (b) is a photograph by the welding method of the invention, showing metal structure of section of weld zone of sample welded in the condition of flow rate of inert gas of 40 L/min, oxygen of 30 mL/min, mixing ratio of about 750 ppm of oxygen concentration, and gas nozzle caliber of 6 mm in diameter. In this case, as compared with Fig. 2 (a), the mode of penetration of welding is extremely improved, the welding bead width is relatively narrow, and a deep penetration is obtained.**

#### **[Effects of the Invention]**

**As described herein, the invention uses a welding shielding gas mixing inert gas and oxygen, and a sufficient depth of penetration can be obtained, and moreover since the gas nozzle caliber of welding torch is limited at 4 to 7 mmφ in diameter, and the flow rate of welding shielding gas is 30 L/min or more, and hence consumption of tungsten electrode is decreased, and insufficient penetration and undesired welding heat deformation can be prevented, so that the quality may be enhanced.**

#### **[Brief Description of Drawings]**

**Fig. 1 is a block diagram of welding apparatus in an embodiment of the invention.**

**Fig. 2 shows photographs of metal structure of section of penetration of welding, (a) relating to the conventional welding method and (b) relating to the welding method of the invention.**

**Fig. 3 is a model diagram showing outward flow of molten metal and mode of penetration.**

**Fig. 4 is a model diagram showing inward flow of molten metal and mode of penetration.**

**[Reference Numerals]**

- 1        Inert gas cylinder**
- 2        Oxygen cylinder**
- 3a, 3b   Gas flow meter**
- 4a, 4b   Flow rate throttling valve**
- 5        Gas mixing tube**
- 6        Welding torch**
- 7        Gas nozzle**

Fig.1

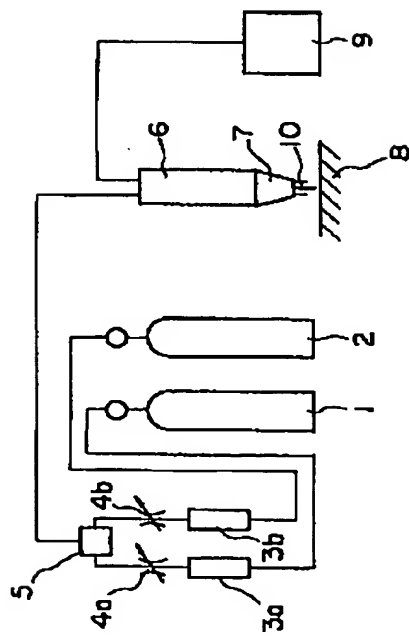


Fig.3

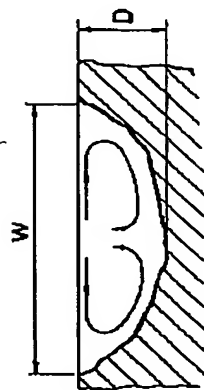


Fig.4

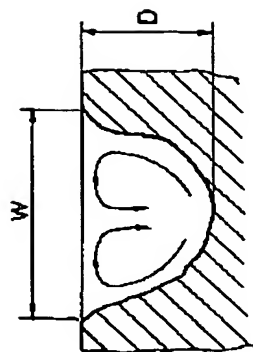


Fig.2

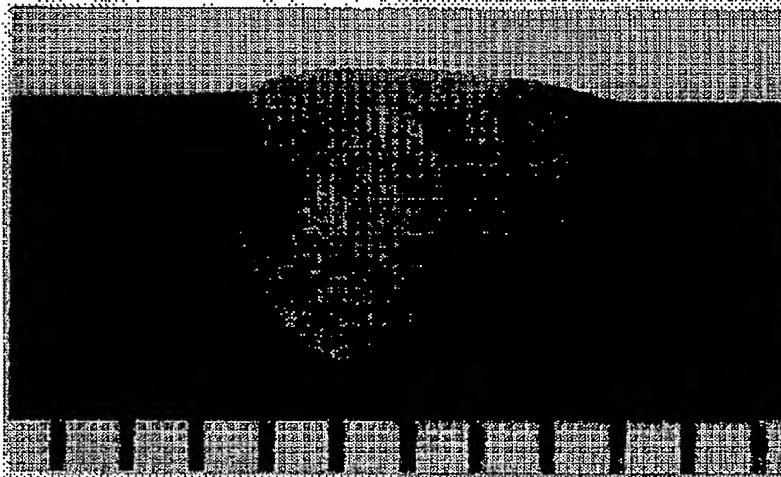
Substitute Photograph for drawing

(a)



(b)

Photograph



Photograph

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-277847

(43)公開日 平成6年(1994)10月4日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K	9/167	A 7920-4E		
	9/16	J 7920-4E		
	9/23	B 7920-4E		
	9/29	L 9348-4E		

審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平5-93592

(22)出願日 平成5年(1993)3月29日

(71)出願人 000229461

日本ニュークリア・フュエル株式会社  
東京都中央区銀座6丁目4番4号

(72)発明者 黒 沢 哲

神奈川県横須賀市内川二丁目3番1号 日  
本ニュークリア・フュエル株式会社内

(72)発明者 加 納 利 之

神奈川県横須賀市内川二丁目3番1号 日  
本ニュークリア・フュエル株式会社内

(74)代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

(54)【発明の名称】 ステンレス鋼系のT I G溶接方法

(57)【要約】

【目的】 タングステン電極の異常消耗を抑えかつ高純度材料でも深い溶接溶込みが得られるT I G溶接法を得ること。

【構成】 T I G溶接トーチのガスノズルに孔径4~7 mmφの大きさのものを使用し、ヘリウム、アルゴン等の不活性ガスに体積比400~1500ppmの酸素を混合した溶接シールドガスを、30l/分以上の流量で供給しながら溶接する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】TIG溶接トーチのガスノズルに孔径4～7mmφの大きさのものを使用し、ヘリウム、アルゴン等の不活性ガスに体積比400～1500ppmの酸素を混合した溶接シールドガスを、30l/分以上の流量で供給しながら溶接することを特徴とする、ステンレス鋼系のTIG溶接方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ステンレス鋼の溶接を行なうTIG溶接方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】TIG溶接は、タングステン電極を用いヘリウム或はアルゴン等の不活性ガスでシールドさせながらアーク熱で母材を溶かす溶接法であり、一般に溶接溶込み性は、溶接部表面の溶接ビード幅Wに対する溶接溶込み深さDの比において、その特性値D/Wが大きい程溶け込み性がよいとされている。

【0003】ところで、鉄鋼材料を溶融させる際、その溶込形態はその材料の組成に影響を受けることがよく知られている。例えば、金属学会誌第55巻第1号（1991）36-43pの向井氏等の論文“プラズマ加熱による固体鉄試料の溶込み形状”によれば、材料中のイオウ及び酸素の不純物量により溶込み形態が変化することが指摘されている。即ち、イオウ成分では50ppm、酸素量では70ppmを境に融体の流れの方向が図3の外向流から図4の内向流に変わるため、溶込形態としてこれらの不純物が多い方が溶込性が良いとされている。

【0004】一方、材料選択については、不純物を低減したより高純度な金属にしてその材料特性を得るように一義的に材料選定するケースが多い。したがって、材料組成のうち不純物量の少ない材料を溶接するには、従来TIG溶接では図3のようになりその溶込性に限界がある。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】そこで、溶接溶込性改善のためには溶接シールドガスに酸素を転化する方法が考えられる。一般に溶接シールドガスに酸素を混入させる溶接方法としては、古くはCO<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>混合ガスを用いた半自動溶接が知られている。しかしこの溶接方法は、電極そのものを溶かす消耗電極方式であり、非消耗電極方式であるTIG溶接とは基本的に異なる。また、TIG溶接のシールドガスに酸素を混入させた場合、活性ガスである酸素によってタングステン電極が異常消耗する等の問題がある。また混合させる酸素量が多いと溶接部が酸化し品質を損なう恐れもある。

【0006】本発明はこのような点に鑑み、タングステン電極の異常消耗を抑えかつ高純度材料でも深い溶接溶込みが得られるTIG溶接方法を得ることを目的とす

る。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、TIG溶接トーチのガスノズルに孔径4～7mmφの大きさのものを使用し、ヘリウム、アルゴン等の不活性ガスに体積比400～1500ppmの酸素を混合した溶接シールドガスを、30l/分以上の流量で供給しながら溶接することを特徴とする。

## 【0008】

【作用】溶接シールドガス中に混合されている酸素によって溶接溶込み性が改善されるとともに、高速流のシールドガスによってタングステン電極が急速冷却され、電極の消耗が軽減される。

## 【0009】

【実施例】高純度材料において、その材料が含有する酸素及びイオウが各々約50ppm以下の場合には、TIG溶接の溶接溶込み性が悪いのが一般的である。この溶込み性改善の方法として、TIG溶接に使用する不活性ガスに微量の酸素を混合させてその溶接溶込み性を試験した。その結果、ステンレス鋼系では溶接シールドガスに酸素を400～1500ppm混合させると溶込み性が改善できることが見出された。ここで、酸素混合量として1000ppm以上では溶込み性改善効果が飽和する傾向にあり、必要以上の酸素を混合させると、溶接金属中の酸素量を増やす結果となる。したがって、溶接溶込み性を改善させるには溶接シールドガスの酸素量を400～1500ppmの範囲にすることが適当である。

【0010】一方、通常のTIG溶接では、例えば溶接電流100Aの溶接の場合、ガスノズル孔径を9～11mm、溶接シールドガスの供給流量を5～10l/分とするのが一般的である。そこで、上記微量酸素400～1500ppmのシールドガスを用い、上記一般的なガスノズル孔径及び溶接ガス流量で溶接するとタングステン電極が酸素の影響で異常消耗して実用には耐えない。

【0011】そこで、このタングステン電極の異常消耗を防止し、実用レベルにするには、溶接シールドガス流量を30l/分以上とし、ガスノズル孔径を4～7mmφに絞るとよいことが判明した。すなわち、このようにガスノズル孔径を絞るとシールドガスが高速流となりタングステン電極が急速冷却され、消耗量が大幅に改善される。

【0012】図1は、上記TIG溶接装置の概略構成を示す図であり、不活性ガスボンベ1及び酸素ボンベ2から、それぞれ不活性ガス及び酸素ガス流量計3a、3b及び流量絞り弁4a、4bを経てガス混合筒5に供給され、そこで酸素と不活性ガスが一定割合に混合される。上記ガス混合筒5で混合された混合ガスは溶接トーチ6のガスノズル7から溶接母材8に向って供給される。なお図中符号9はTIG溶接電源、10はタングステン電極である。

3

【0013】このような装置でSUS316ステンレス鋼の溶接を行った結果を図2に示す。

【0014】図2(a)は、従来の溶接方法によって溶接を行なったもので、溶接条件として、不活性ガス流量を7.5 l/分、ガスノズル孔径を11mmφとして溶接したサンプルの溶接部断面の金属組織の写真である。この図から判るように溶接溶込み形態は、溶接ビード幅が比較的広く、溶込みが浅い。

【0015】一方、図2(b)では、本発明の溶接方法によって溶接を行なったもので、不活性ガス40 l/分、酸素30 ml/分とし、その混合比を約750 ppm酸素濃度の混合ガスを用い、ガスノズル孔径を6mmφとして溶接したサンプルの溶接部断面の金属組織の写真である。しかし、この場合、図2の(a)に比べ(b)では溶接溶込み性が極めて向上し、相対的に溶接ビード幅が狭く深い溶込みが得られている。

【0016】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は不活性ガスに酸素を混合した溶接シールドガスを使用するので、十分な深さの溶込みを得ることができ、溶接トーチのガ

4

スノズル孔径を4~7mmφとし溶接シールドガスの流量を30 l/分以上としたので、タングステン電極の消耗量が低減され、溶込み不足や不必要な溶接熱変形を防止することができ、品質向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方法を実施するための溶接装置の概略構成図。

【図2】溶接溶込み断面の金属組織を示す写真で、

(a)は従来の溶接方法によるもの、(b)は本発明方法によって溶接を行なったものの金属組織を示す写真。

【図3】溶融池の外向流と溶込み形態を示すモデル図。

【図4】溶融池の内向流と溶込み形態を示すモデル図。

【符号の説明】

1 不活性ガスボンベ

2 酸素ボンベ

3a, 3b ガス流量計

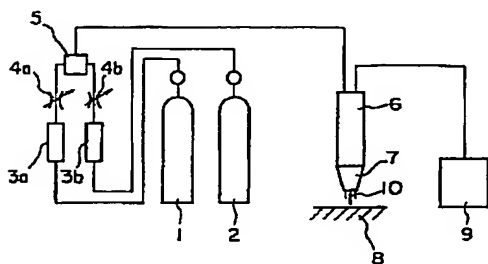
4a, 4b 流量絞り弁

5 ガス混合筒

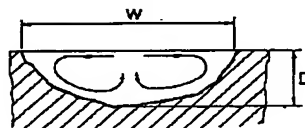
6 溶接トーチ

7 ガスノズル

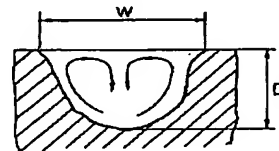
【図1】



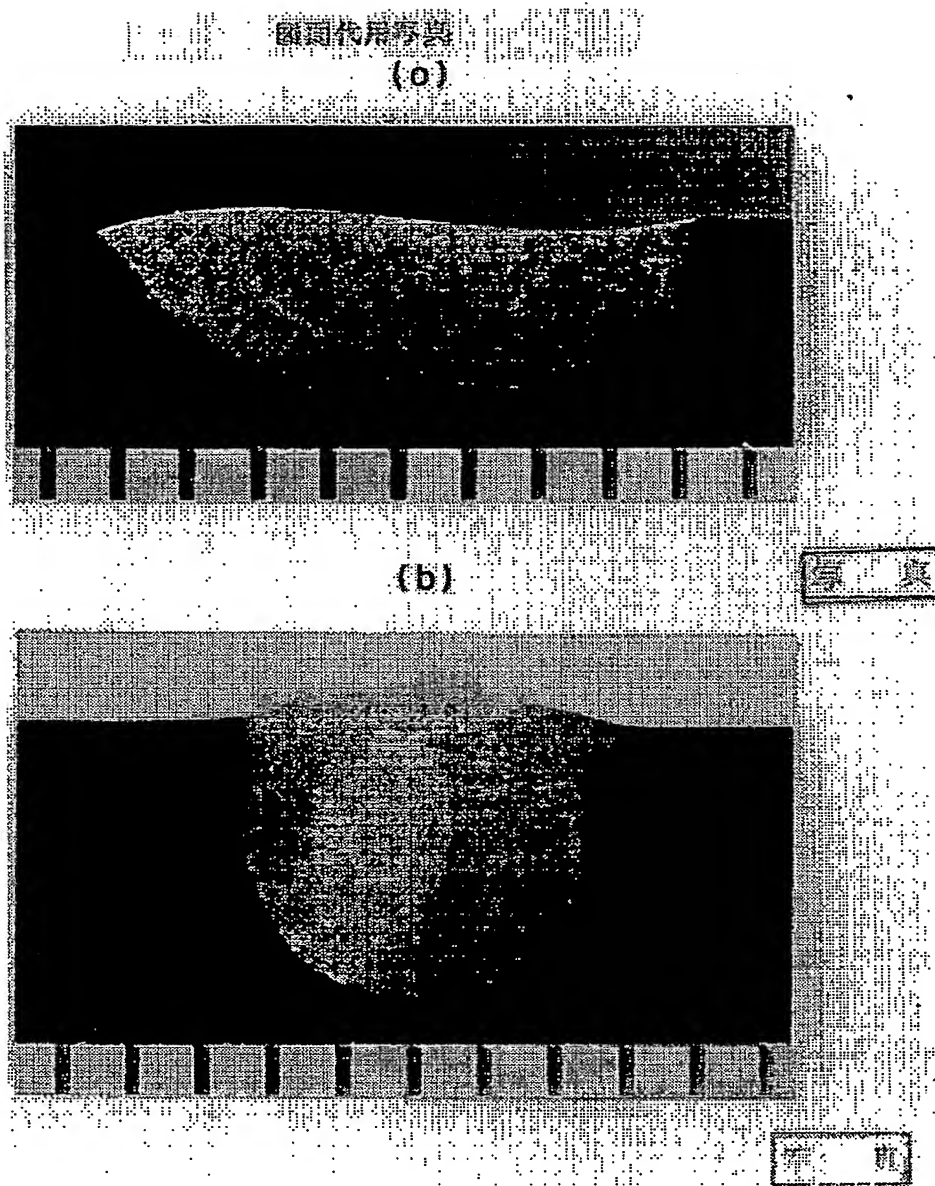
【図3】



【図4】



【図2】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**